

**UJI AKURASI PENENTUAN DEKLINASI MATAHARI
DENGAN MENGGUNAKAN I-ZUN DIAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
Memperoleh gelar Sarjana Hukum (S.H)



DIKUNYAI :	Penulis
NO. PENERIMAAN :	07-02-2017
NO. KLASIFIKASI :	SK HKS 17.018 KAM-0
NO. INDIK :	1711018

Oleh:

IQBAL KAMALLUDIN

NIM : 2011112054

**PROGRAM STUDI HUKUM KELUARGA
JURUSAN SYARIAH DAN EKONOMI ISLAM
STAIN PEKALONGAN
2016**

**UJI AKURASI PENENTUAN DEKLINASI MATAHARI
DENGAN MENGGUNAKAN *I-ZUN DIAL***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
Memperoleh gelar Sarjana Hukum (S.H)



Oleh:

IQBAL KAMALLUDIN

NIM : 2011112054

**PROGRAM STUDI HUKUM KELUARGA
JURUSAN SYARIAH DAN EKONOMI ISLAM
STAIN PEKALONGAN**

2016

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : IQBAL KAMALLUDIN

NIM : 2011112054

Judul Skripsi : **UJI AKURASI PENENTUAN DEKLINASI
MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN *I-ZUN
DIAL***

menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah penulis sebutkan sumbernya. apabila dikemudian hari skripsi ini ternyata plagiat, penulis bersedia mendapat sanksi akademik yaitu dicabut gelarnya.

Demikian pernyataan ini telah dibuat dengan sebenar-benarnya.

Pekalongan, 22 Oktober 2016

Yang Menyatakan.



IQBAL KAMALLUDIN

NIM. 2011112054

NOTA PEMBIMBING

Drs. H. Muslih Husein, M.Ag
Jl. Peni No. 32 Bina Griya Indah Pekalongan

Lamp. : 2 (dua) eksemplar
Hal : Naskah Skripsi Sdr. Iqbal Kamalludin

Kepada Yth.
Ketua STAIN Pekalongan
c.q. Ketua Jurusan Syariah dan Ekonomi Islam
di
PEKALONGAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah diadakan penelitian dan perbaikan seperlunya,
maka bersama ini saya kirimkan naskah Skripsi Saudara:

Nama : **IQBAL KAMALLUDIN**
NIM : 2011112054
Prodi : Hukum Keluarga
Judul : Uji Akurasi Penentuan Deklinasi Matahari dengan
Menggunakan *I-zun Dial*

dengan ini mohon agar Skripsi Saudara tersebut dapat segera
dimunaqosahkan.

Demikian nota pembimbing ini dibuat untuk digunakan
sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya saya ucapkan terima
kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Pekalongan, 21 Oktober 2016
Pembimbing



Drs. H. Muslih Husein, M.Ag
NIP. 19550922198031001



KEMENTERIAN AGAMA
SEKOLAH TINGGI AGAMA ISLAM NEGERI
PEKALONGAN

Jl. Kusuma Bangsa No.9 Pekalongan Telp. (0285) 412575 Fax. (0285) 423428

PENGESAHAN

Ketua Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Pekalongan mengesahkan skripsi Saudara:

Nama : IQBAL KAMALLUDIN
 NIM : 2011112054
 Judul Skripsi : UJI AKURASI PENENTUAN DEKLINASI
 MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN
I-ZUN DIAL

Telah diujikan pada hari Kamis, tanggal 3 November 2016 dan dinyatakan **LULUS** serta diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Hukum (S.H).

Dewan Penguji

Penguji I

Dr. Ahmad Jalaludin, M.A
 NIP. 19730622 200003 1 001

Penguji II

H. Mubarak, Lc. M.S.I
 NIP. 19710609 200003 1 001

Pekalongan, 3 November 2016

Disahkan oleh



Dr. Ade Dedi Rohayana, M.Ag
 NIP. 19740115 199803 1 005

PEDOMAN TRANSLITERASI

Sesuai dengan SKB Menteri Agama dan
Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI
No. 158/1997 dan No.0543 b/U/1987

Tertanggal 12 Januari 1988

A. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama Latin	Huruf	Keterangan
ا	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Bā	B	B
ت	Tā	T	Be
ث	Sā	S	Ta
ج	Jim	J	S dengan titik di atasnya
ح	Hā	H	Je
خ	Kā	Kh	h dengan titik di atasnya
د	Dāl	D	De
ذ	Zāl	Z	Z dengan titik di atasnya
ر	Rā	R	Er
ز	Zāi	Z	Zet
س	Sā	S	Es
ش	Syīn	Sy	Es dan Ye
ص	Sād	S	s dengan titik di atasnya
ض	Dād	D	d dengan titik di atasnya
ط	Tā	T	t dengan titik di atasnya
ظ	Zā	Z	z dengan titik di atasnya
ع	'Ain	'	Koma terbalik di atasnya

غ	Gāin	G	Ge
ف	Fā	F	Ef
ق	Qāf	Q	Qi
ك	Kāf	K	Ka
ل	Lām	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wawu	W	We
ه	Hā	H	Ha
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Ya'	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap, termasuk tanda *Syaddah*, ditulis lengkap

احمدية : ditulis Ahmadiyah

C. Ta' Marbutah di akhir Kata

1. Bila dimatikan ditulis h, kecuali untuk kata-kata Arab yang sudah
2. terserap menjadi bahasa Indonesia

جماعة : ditulis Jama'ah

3. Bila dihidupkan karena berangkai dengan kata lain, ditulis t

نعمة الله : ditulis *ni'matullah*

زكاة الفطر : ditulis *Zakat al-fitri*

D. Vokal Pendek

Fathah ditulis a, kasrah ditulis i, dan dammah ditulis u

E. Vokal Panjang

1. A Panjang ditulis ā panjang ditulis ī dan u panjang ditulis ū, masing-masing dengan tanda (̄) di atasnya.
2. Fathah + Ya tanpa dua titik yang dimatikan ditulis ai, dan fathah + wawu mati ditulis au.

F. Vokal-vokal Pendek Yang Berurutan Dalam Satu Kata dipisahkan Dengan Apostrof

- أَنْتُمْ : ditulis *a'antum*
 مَوْنُث : ditulis *mu'annas*

G. Kata Sandang Alif + Lam

1. Jika diikuti huruf Qomariyah ditulis al-
 القرآن : ditulis *al-Qur'an*
2. Bila diikuti huruf Syamsiyah, huruf I diganti dengan huruf Syamsiyah yang mengikutinya
 السَّيِّعَةُ : ditulis *asy-syayi'ah*

H. Huruf Besar

Penulisan huruf besar disesuaikan dengan EYD

I. Kata Dalam Rangkaian Frase dan Kalimat

1. Ditulis kata per kata, atau
2. Ditulis menurut bunyi atau pengucapannya dalam rangkaian tersebut
 شيخ الإسلام : ditulis *syaikh al-Islam* atau *syaikhul Islam*

PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur kepada Allah swt dan shalawat kepada Baginda Nabi Agung Muhammad SAW sang penerang dunia, saya persembahkan karya ini kepada Kedua orang tua; Ibu Sopanah, yang sangat keras berjuang untuk saya, terlebih pada masa kuliah S1 ini, dan Bapak Mansur yang selalu mendukung langkah saya tanpa lelah, Ibu dan Bapak adalah karunia Allah yang terindah dan terbaik dalam hidup saya. Atas ridho Ibu dan Bapak lah segala jalan bagi saya dapat dipermudah, Serta bagi Almarhumah Embah Buyut, Mbah Manis. Beliau adalah kekuatan dan motivasi bagi saya sepanjang hayat. Akan saya lakukan yang terbaik untuk Ibu dan Bapak. Teruntuk kakakku, M. Sofan Jupri dan adik Rizqiyani Syifa Widiastuti ini adalah berkat doa dan semangat kalian. Tak lupa saya persembahkan kepada keluarga masa depan saya.

Sahabat-sahabati satu tujuan dan misi dalam naungan Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII; dalam naungan Nahdlatul Ulama) dari Rayon, Komisariat sampai Cabang yang telah memberikan kesempatan belajar, menimba pengalaman dan ilmu yang sangat bermanfaat dan semoga saya dapat melestarikan amalan ahlussunah wal jamaah yang telah saya peroleh. Sahabat, kakak senior, adik-adik sepergerakan di HMPS AS 2013-2014, HMJ SYARIAH DAN EKONOMI ISLAM 2015, All Crew Radio AL Jamiah 2012. Kalian terbaik, I Can't Say Any thing, Keep You Shine !!! Tak lupa sahabat seperjuangan Keluarga Besar AS2012 , Tim PPL KUA dan PA, Tim KKN Ke-XL desa Lebakbarang Kec. Lebakbarang Kab Pekalongan. Kalian Luar Biasa!!! Serta untuk Beautys yang sudah pesan agar dituliskan dalam persembahan ini... Kalian *Hebring Eeeeeuuuyyyyy*. Serta untuk kak M. Ihtirozun Ni'am yang selalu *standby* dan tanpa lelah memberi dukungan, bimbingan yang tiada lelah saya repotkan, calon guru besar bidang Falak Indonesia.

Semoga sukses selalu menyertai kita semua.

Tak lupa untuk Keluarga Besar PT Radio Walisanga (tahun 2016), terimakasih banyak atas segala dukungannya.

Warna Baru Semangat Baru.

Untuk Ustadz, Guru-guru dari kecil hingga saat ini, serta keluarga besar dan para leluhur saya, semoga selalu dalam lindungan dan maghfiroh-Nya. Amin

Teman-teman dan segala pihak (tak bisa disebut satu persatu) yang sudah mendukung dan telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

Terimakasih, Semoga Allah melipatkan amal perbuatan dan kebaikan yang telah anda lakukan. Barakallah...

MOTTO

إِنَّ صَلَاتِي وَنُسُكِي وَمَحْيَايَ وَمَمَاتِي لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

*"Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah karena Allah,
Tuhan seluruh alam"*

QS. Al An'am [006] : 162

ABSTRAK

IQBAL KAMALLUDIN. 2011112054. UJI AKURASI PENENTUAN DEKLINASI MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN *I-ZUN DIAL*

Deklinasi Matahari merupakan salah satu data syarat untuk menentukan waktu sholat, titik koordinat tempat, rukyatul hilal dll. Salah satu alat untuk menentukan deklinasi Matahari pada era kontemporer adalah penemuan baru karya M. Ihtirozun Ni'am yang bernama *I-zun Dial*. Alat ini merupakan alat yang memiliki keunikan tersendiri karena sifatnya yang praktis dan berbentuk persegi dengan satuan ukuran sentimeter.

Penelitian ini mengkaji tentang bagaimana metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial* dan relevansinya jika diimplementasikan, serta bagaimana akurasi metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial*.

Fenomena alamiah digunakan dengan maksud menafsirkan gejala yang terjadi dan dilakukan dengan jalan melibatkan metode eksperimen. Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan dan menggunakan sumber data primer. Sumber data primer diperoleh dari wawancara dengan penemu *I-zun Dial* serta pengukuran langsung *I-zun Dial* untuk menentukan deklinasi Matahari. Adapun data sekunder diperoleh dari buku-buku yang membahas deklinasi Matahari, ilmu falak dan astronomi. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif.

Hasil penelitian ini menunjukkan metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial*. Dilihat dari cara penggunaannya, dalam metode ini, harus terlebih dahulu diketahui titik koordinat tempat, waktu kulminasi, titik arah utara sejati, dan jarak zenith Matahari dengan bantuan gnomon dan satuan ukuran sentimeter pada bidangnya, sehingga praktis dan mempermudah penggunaannya. Akurasi metode penentuan deklinasi Matahari menggunakan *I-zun Dial* dikategorikan akurat, karena jika hasilnya dibandingkan, data deklinasi Matahari yang ditampilkan *I-zun Dial*, Almanak Nautika dan Ephemeris setelah melalui proses pengujian menunjukkan selisih yang hanya berbeda pada nilai menitnya saja, dibuktikan dengan kesepuluh uji coba dalam penelitian ini, semuanya menunjukkan selisih menit.

Kata kunci : Uji Akurasi, Deklinasi dan *I-zun Dial*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang telah memberikan penulis kesempatan belajar di kampus *Rahmatan lil Alamin* dan atas izin Allah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada sang tauladan umat manusia dan juga *khotamul ambiya' wal mursalin* beliau adalah Rasulullah SAW, dan semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau *fi yaumil akhir*. Amiin

Atas izin Allah Skripsi ini telah selesai disusun untuk memenuhi dan melengkapi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Jurusan Syariah dan Ekonomi Islam Program Studi Hukum Keluarga di Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Pekalongan.

Dalam penulisan skripsi ini, adanya kesalahan karena khilaf ataupun sadar karena penulis hanyalah manusia biasa yang dapat menyelesaikan skripsi ini bukan dengan sendirinya, melainkan dengan berbagai bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, maka dalam kata pengantar ini izinkah penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ade Dedi Rohayana, M.Ag selaku Ketua STAIN Pekalongan
2. Drs. Ahmad Tubagus Surur, M.Ag selaku Ketua Jurusan Syariah dan Ekonomi Islam
3. Dr. Ahmad Jalaludin, M.A selaku Ketua Tim Pengelola Program Studi Hukum Keluarga
4. Drs. Muslih Husein, M.Ag selaku Wakil Ketua III sekaligus dosen pembimbing penulis yang dengan penuh kesabaran dan perhatian membimbing penulis dari awal hingga akhir dalam penyusunan skripsi ini.
5. Achmad Muchsin, S.H.I, M.Hum selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah menjadi orang tua penulis selama menjalani proses akademik di STAIN Pekalongan .
6. Seluruh Dosen Syariah dan Ekonomi Islam STAIN Pekalongan yang telah berkenan membagi ilmunya kepada penulis dan semoga menjadi amal kebalikan beliau yang tidak akan terputus, Amiin.

7. Seluruh Civitas Akademika STAIN Pekalongan yang telah menjadi partner penulis dalam berproses menimba ilmu di STAIN Pekalongan.
8. Orang tua dan keluarga besar tercinta yang telah memberikan segala yang terbaik untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat yang telah memberikan semangat dan bantuan baik langsung maupun tidak langsung sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Dan akhir kata, semoga Allah SWT memberikan kesehatan dan umur panjang serta keberkahan hidup di dunia maupun di akhirat kelak, serta ilmu dan jasa yang telah beliau berikan kepada penulis dapat dijadikan amal sholeh yang tidak pernah terputus pahalanya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak. Amiin.

Pekalongan, 22 Oktober 2016

Penulis,

Iqbal Kamalludin

NIM. 2011112054

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN	iv
PEDOMAN TRANSLITERASI	v
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
ABSTRAK	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	5
D. Telaah Pustaka	6
E. Kerangka Teoritik	9
F. Metode Penelitian	12
G. Sistematika Penulisan	16
BAB II KONSEP TENTANG MATAHARI DAN DEKLINASI	18
A. Matahari	18

B. Sistem Tata Koordinat	43
C. Deklinasi	49
D. Tinggi Kulminasi	53
E. Busur Siang	55
F. Metode Penentuan Deklinasi Matahari dengan Menggunakan Theodolite	60
BAB III I-ZUN DIAL DALAM PENENTUAN DEKLINASI	
MATAHARI	64
A. Biografi Muhammad Ihtirozun Ni'am	64
B. Gambaran Umum <i>I-zun Dial</i>	75
C. Metode dalam Menentukan Deklinasi Matahari dengan menggunakan <i>I-zun Dial</i>	83
BAB IV ANALISIS AKURASI I-ZUN DIAL UNTUK PENENTUAN	
DEKLINASI MATAHARI	88
A. Analisis Penerapan <i>I-zun Dial</i> dalam Penentuan Deklinasi Matahari ...	88
B. Analisis Akurasi <i>I-zun Dial</i> dalam Penentuan Deklinasi Matahari.....	102
BAB V PENUTUP	
A. Simpulan	137
B. Saran	138
C. Penutup	139
DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN	145

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1.	Daftar Deklinasi Matahari	51
Tabel 3.1.	Riwayat Pendidikan Formal Muhammad Ihtirozun Niam	66
Tabel 3.2.	Pendidikan Non Formal Muhammad Ihtirozun Niam	67
Tabel 3.3.	Peneitian yang Dilakukan Izun	70
Tabel 3.4.	Seminar-seminar yang pernah diikuti	71
Tabel 4.1.	Hasil Pengamatan ke-I saat Waktu Kulminasi	106
Tabel 4.2.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 12 September 2016	107
Tabel 4.3.	Hasil Pengamatan ke-II saat Waktu Kulminasi	109
Tabel 4.4.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 13 September 2016	110
Tabel 4.5.	Hasil Pengamatan ke-III saat Waktu Kulminasi	111
Tabel 4.6.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 21 September 2016	112
Tabel 4.7.	Hasil Pengamatan ke-IV Saat Waktu Kulminasi	114

Tabel 4.8.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 22 September 2016	114
Tabel 4.9.	Hasil Pengamatan ke-V Saat Waktu Kulminasi	116
Tabel 4.10.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 27 September 2016	117
Tabel 4.11.	Hasil Pengamatan ke-VI Saat Waktu Kulminasi	118
Tabel 4.12.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 28 September 2016	119
Tabel 4.13.	Hasil Pengamatan ke-VII saat waktu kulminasi	121
Tabel 4.14.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 5 Oktober 2016	122
Tabel 4.15.	Hasil Pengamatan ke-VIII saat waktu kulminasi	124
Tabel 4.16.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 6 September 2016	125
Tabel 4.17.	Hasil Pengamatan ke-IX saat waktu kulminasi	126
Tabel 4.18.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 16 September 2016	127

Tabel 4.19.	Hasil Pengamatan ke-X saat waktu kulminasi	129
Tabel 4.20.	Selisih Nilai Deklinasi Matahari <i>I-zun Dial</i> dengan Data Almanak Nautika dan Ephemeris pada tanggal 17 September 2016	129
Tabel 4.21.	Hasil Selisih Perhitungan Nilai Deklinasi Matahari Pukul 19.00 GMT+7 dan pukul 12.00 pada Almanak Nautika dan Ephemeris	132
Tabel 4.22.	Hasil Selisih Perhitungan Waktu Sholat Isya <i>I-zun Dial</i> , Almanak Nautika dan Ephemeris	134

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Alat <i>I-zun Dial</i>	3
Gambar 2.1. Lama Penyinaran pada Berbagai Posisi Garis Lintang Bumi	40
Gambar 2.2. Koordinat Geografi	43
Gambar 2.3. Tata Koordinat Horison	46
Gambar 2.4. Koordinat Ekuator	47
Gambar 2.5. Koordinat Ekliptika	48
Gambar 2.6. Koordinat Sudut Waktu	49
Gambar 2.7. Deklinasi Matahari pada Bola Langit	52
Gambar 2.8. Deklinasi pada Bola Bumi	52
Gambar 2.9. Tinggi Kulminasi	54
Gambar 2.10. Lama Siang pada Lintang 0° dengan Deklinasi $23 \frac{1}{2}^\circ$..	56
Gambar 2.11. Lama Siang Lintang -15° dan Deklinasi $23 \frac{1}{2}^\circ$	57
Gambar 2.12. Lama Siang Lintang -45° dan Deklinasi $23 \frac{1}{2}^\circ$	58
Gambar 3.1 <i>I-zun Dial</i> Bahan Kayu	76
Gambar 3.2. <i>I-zun Dial</i> Bahan Akrilik	77
Gambar 3.3. Penyangga	80
Gambar 3.4. Gnomon dan Nut	80
Gambar 3.5. Gnomon dan Nut saat disatukan	81
Gambar 3.6. Khoit	81
Gambar 3.7. Bidang Dial	82

Gambar 3.8. Bidang Dial	82
Gambar 4.1. Rotasi Bumi dan Perubahan Arah Sumbu Rotasi	91
Gambar 4.2. Sumbu Rotasi Relatif Terhadap Bidang Ekliptik	91
Gambar 4.3. Ilustrasi Rotasi Bumi	91
Gambar 4.4. Ilustrasi Rotasi Bumi dari 21 Desember hingga Februari	92
Gambar 4.5. Ilustrasi Rotasi Bumi pada Akhir Maret hingga 21 September	93
Gambar 4.6. Ilustrasi Rotasi Bumi pada 21 Juni hingga 21 September	93
Gambar 4.7. Ilustrasi Perubahan Posisi Matahari Sepanjang Tahun ..	94
Gambar 4.8. Ilustrasi Rotasi Bumi pada Globe	94
Gambar 4.9. Pengamatan ke-I	105
Gambar 4.10. Pengamatan ke-II	108
Gambar 4.11. Hasil Pengamatan ke-III saat Waktu Kulminasi	111
Gambar 4.12. Pengamatan ke -IV	113
Gambar 4.13. Pengamatan ke -V	115
Gambar 4.14. Pengamatan ke -VI	117
Gambar 4.15. Pengamatan ke -VII bersama Penemu <i>I-zun Dial</i> , M. Ihtirozun Ni'am	120
Gambar 4.16. Pengamatan ke -VII menggunakan Alat Pertama	121
Gambar 4.17. Pengamatan ke -VII	122
Gambar 4.18. Pengamatan ke - VIII	123

Gambar 4.20. Pengamatan ke – IX	125
Gambar 4.21. Pengamatan ke – X	128
Grafik 2.1. Perbedaan Lama Siang Untuk Beberapa Tempat Sesuai Gambar 2.12.	59



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Allah Swt telah menciptakan benda-benda langit sebagai petunjuk bagi umat manusia. Contohnya seorang nelayan bisa mengetahui arah mata angin dengan melihat rasi bintang, sehingga ia tidak pernah tersesat walaupun berada di tengah lautan, dan umat Islam menggunakan hilal atau bulan muda sebagai patokan untuk memulai awal bulan (Hijriyah).

Manusia menggunakan Matahari sebagai ukuran waktu pada waktu siang hari. Ketika bayang-bayang benda yang terkena sinar Matahari bergerak memendek, orang-orang jaman dahulu mulai keluar rumah untuk bekerja baik itu berburu maupun bercocok tanam dan ketika bayangan bergerak memanjang, orang-orang mulai kembali ke rumah mereka karena hal tersebut merupakan pertanda bagi mereka bahwa Matahari akan segera tenggelam.

Kebutuhan manusia untuk mengetahui ukuran waktu yang tepat semakin lama semakin berkembang. Manusia mulai menemukan berbagai alat untuk mengukur waktu, seperti jam pasir, jam air dan *sun-dial* (jam Matahari). Alat-alat tersebut ditemukan agar manusia bisa mengetahui ukuran waktu yang tepat sehingga mereka bisa mengatur kegiatan mereka dengan lebih teratur.

Zaman yang semakin berkembang memudahkan manusia untuk mempelajari benda-benda langit. Beberapa alat yang digunakan untuk keperluan pengamatan benda langit diantaranya adalah teropong *Vixen*,

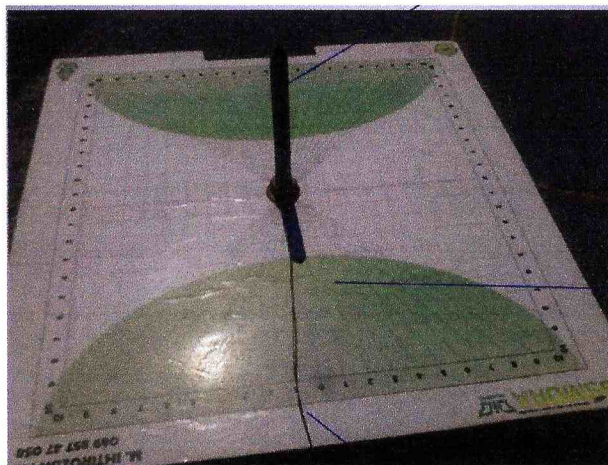
Theodolite, *Mizwala*, *Sun-dial* yang sudah dikenal dan tinggi tingkat akurasi. Hal ini semakin mempermudah manusia dalam berjihad terkait dengan hal-hal yang bersifat ibadah.

Lain halnya dengan alat-alat diatas yang sudah lama ditemukan dan sudah mengalami uji akurasi, terdapat satu alat penemuan baru yang juga diperuntukkan untuk mempelajari benda-benda langit yaitu *I-zun Dial*. *I-zun Dial* merupakan salah satu alat falak praktis kontemporer yang dapat dipergunakan untuk :

1. Perhitungan trigonometri (sin, cos, tan),
2. Menentukan arah utara sejati,
3. menentukan nilai deklinasi Matahari,
4. Menentukan ketinggian benda langit (Matahari, Bulan, Venus, dll),
5. Menentukan awal waktu shalat,
6. Menentukan lintang dan bujur tempat,
7. Melakukan rukyatul hilal (bagi *I-zun Dial* dengan bahan akrilik)
8. Menentukan ketinggian benda, seperti menara, dll.

Alat praktis ini ditemukan oleh M. Ihtirozun Ni'am. Pemilihan *I-zun Dial* dalam penelitian ini dikarenakan alat ini merupakan alat penemuan baru dan cukup praktis untuk dibawa kemana-mana, selain itu juga tidak terpengaruh oleh radiasi magnetik dalam pengoperasiannya. Fungsinya yang cukup banyak, juga memungkinkan alat ini akan banyak digunakan kedepannya oleh masyarakat terutama pegiat falak.

Bentuk *I-zun Dial* adalah persegi/kotak dengan memakai satuan sentimeter karena memanfaatkan panjang sisi depan (aturan segitiga). Berbeda dengan halnya *Mizwala* dan *Istiwa'aini* yang mempunyai bentuk lingkaran dengan menggunakan satuan derajat di dalamnya.



Gambar 1.1. *I-zun Dial*

I-zun Dial mempunyai dua bidang yang bisa dimanfaatkan, salah satunya merupakan penyempurnaan dari konsep *Rubu' Mujayyab* serta dapat mengakomodir konsep *Rubu' Mujayyab*.¹ Kegunaan yang ada, merupakan pengaplikasian dari perhitungan astronomis. Satu fungsi saling berkaitan dengan fungsi lain. Misal, penentuan lintang dan bujur erat kaitannya dengan penentuan arah kiblat, penentuan deklinasi Matahari dengan penentuan arah kiblat dengan Matahari, penentuan awal waktu sholat dan penentuan awal bulan qomariyah.

Deklinasi adalah jarak suatu benda langit ke equator langit, diukur melalui lingkaran waktu (lingkaran deklinasi) atau dapat juga dikatakan

¹ M. Ihtirozun Ni'am, "Pemanfaatan *I-zun Dial* dalam Kajian Ilmu Falak", Makalah Disampaikan dalam Acara Diskusi Ilmiah, *Menyambut Istiwa'ul A'dham dan Launching I-zun Dial 2015*. Di Masjid Al Fitroh Kampus 2 UIN Walisongo Semarang, 27 Mei 2015

deklinasi adalah sepotong busur lingkaran deklinasi yang diukur dari titik perpotongan suatu benda langit ke equator langit pada lingkaran deklinasi. Deklinasi yang berada di sebelah utara equator diberi tanda (+) dan bernilai positif, sedangkan yang berada di sebelah selatan equator diberi tanda (-) bernilai negatif.

Deklinasi Matahari selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu selama satu tahun, tetapi pada tanggal-tanggal tertentu yang sama; deklinasi Matahari kira-kira sama pula. Deklinasi positif mulai tanggal 21 Maret sampai dengan tanggal 23 September, dari tanggal 23 September sampai tanggal 21 Maret deklinasi negatif. Setelah tanggal 21 Maret Matahari bergerak secara perlahan dari equator ke arah utara dan semakin lama semakin jauh jaraknya dari equator dan pada tanggal 22 Juni Matahari mencapai titik terjauh perjalanannya ke utara yaitu sebesar $23 \frac{1}{2}^{\circ}$.² Kemudian berbalik arah dari utara ke equator secara perlahan, semakin lama semakin dekat equator dan pada tanggal 23 September kedudukannya tepat di ekuator kembali. Dari tanggal 23 September Matahari terus bergerak menuju arah Selatan, semakin lama semakin jauh pada tanggal 22 Desember Matahari mencapai titik terjauh kedudukannya dari equator, yaitu sebesar $23 \frac{1}{2}^{\circ}$ Selatan. Lalu berbalik arah menuju ke equator bergerak secara perlahan semakin lama semakin mendekati equator dan pada tanggal 21 Maret kedudukan Matahari tepat di equator kembali.

² Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2008), hlm. 54

Dengan demikian, pergerakan Matahari selama 6 bulan berada di selatan khatulistiwa. Tiga bulan pertama Matahari bergerak dari khatulistiwa kearah utara dan selatan sampai mencapai titik terjauh (tanggal 22 Juni untuk arah utara dan tanggal 22 Desember untuk arah selatan), tiga bulan kedua Matahari bergerak dari utara dan selatan menuju khatulistiwa (tanggal 21 Maret dan 23 September dalam setiap tahun).³

Atas dasar itulah, penulis merasa perlu untuk meneliti *I-zun Dial* dengan mengangkat judul “**UJI AKURASI PENENTUAN DEKLINASI MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN I-ZUN DIAL**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian adalah:

1. Bagaimana metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial*?
2. Bagaimana akurasi metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial*?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian
 - a. Untuk mengetahui metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial*.

³ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, (Metro : Amzah, 2009), hlm.15

- b. Untuk menganalisis akurasi metode penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial*.

2. Kegunaan Penelitian

- a. Penelitian ini diharapkan bisa digunakan sebagai kontribusi pengembangan wacana dan khazanah pemikiran Islam kontemporer, khususnya dalam pengembangan hukum Islam mengenai falak.
- b. Sebagai bahan bagi pengkajian selanjutnya yang lebih mendalam mengenai permasalahan yang sejenis.
- c. Secara praktis berguna untuk memenuhi tugas dan melengkapi syarat guna memperoleh gelar Strata Satu (S1).

D. Telaah Pustaka

Pada tahapan ini, penulis melakukan penelusuran terhadap beberapa penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya (*previous finding*) yang ada hubungan pembahasan dengan penelitian sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tentang korelasi pembahasan dalam penelitian ini dengan penelitian penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga tidak terjadi pengulangan pembahasan atau kesamaan penelitian. Dalam hal ini ada beberapa penelitian terkait yaitu sebagai berikut:

Skripsi Alvian Meydiananda tahun 2012 UIN Walisongo Semarang yang berjudul "*Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat dengan Azimuth Bulan*", dalam skripsi ini dijelaskan bahwa metode azimuth bulan merupakan salah-

satu metode yang digunakan untuk menentukan arah kiblat. Acuannya adalah dari data azimuth bulan. Dari arah tersebut dapat diketahui arah utara sejati (*true north*). Dari arah utara kemudian ditarik sudut azimuth kiblat yang telah diketahui dengan bantuan *Theodolit*. Metode penentuan arah kiblat dengan azimuth bulan ini memiliki keakuratan layaknya metode penentuan arah kiblat dengan azimuth Matahari yang biasa dilakukan.⁴

Skripsi Ade Muhlas berjudul "*Analisis Penentuan Arah Kiblat Dengan Mizwala Qibla Finder Karya Hendro Setyanto*" yang memaparkan bagaimana penentuan arah kiblat dengan menggunakan alat bantu *Mizwala Qibla Finder* yang berpatokan pada nilai azimuth gnomon yang memiliki selisih 180 dengan hasil perhitungan azimuth Matahari. Bayangan yang dihasilkan dari gnomon pada bidang dial akan membentuk sebuah sudut yang berlawanan dengan azimuth Matahari. Sudut tersebut dinamakan dengan azimuth gnomon atau azimuth bayangan (*mizwah*). Dari hasil pengukurannya, diketahui bahwa terdapat selisih hasil pengukuran *Mizwala Qibla Finder* dengan *Theodolit* sebesar $0^{\circ} 3' 26,26''$ kurang ke utara. Meskipun terdapat selisih dengan *Theodolit*, menurutnya nilai tersebut dinilai wajar dan dapat dikatakan cukup akurat untuk menentukan arah kiblat.⁵

Skripsi Ahmad Asrof Fitri berjudul "*Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal*", disimpulkan di dalamnya bahwa secara teoritik, teleskop *Vixen Sphinx* memiliki akurasi yang lebih baik untuk keperluan rukyat hilal

⁴ Alvian Meydiananda, "Uji Akurasi Azimuth Bulan Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat" *Skripsi S1 Fakultas Syariah* (Semarang : UIN Walisongo, 2012), hlm 83.

⁵ Ade Muhlas, "Analisis Penentuan Arah Kiblat Dengan Mizwala Qibla Finder Karya Hendro Setyanto", *Skripsi S1 Fakultas Syari'ah* (Semarang : UIN Walisongo, 2012). hlm 73

bila dibandingkan dengan *Theodolit Nikon NE-202*. Berdasarkan hasil Observasi yang telah dilakukan, kekuatan optik teleskop *Vixen Sphinx* masih dibatasi oleh faktor cuaca. Optik teleskop *Vixen Sphinx* belum mampu menangkap cahaya lemah hilal yang tertutup oleh mendung.⁶

Skripsi Nur Amri Ma'ruf tahun 2010 dengan judul "*Uji Akurasi True north Berbagai Kompas dengan Tongkat Istiwa*". Secara garis besar skripsi ini berisi tentang informasi penentuan *true north* yang ditentukan dengan perangkat aplikatif kompas dibandingkan dengan tongkat *istiwa'* sebagai standar ukurnya. Dimana secara empiris penggunaan kompas tidak selamanya mudah dan benar, melainkan rentan dengan penyimpangan-penyimpangan nilai sudut yang diperoleh. Kekeliruan tersebut terjadi semisal karena adanya radiasi magnetik kompas, serta pengaruh radiasi magnetik dari benda-benda logam yang ada disekitarnya. Selain itu, pengoperasian yang salah seperti pengabaian nilai deklinasi serta variasi magnetic juga dapat menyebabkan kekeliruan dalam penentuan *true north*.⁷

Dari telaah pustaka tersebut, menurut penulis belum ada pembahasan secara spesifik tentang kajian akurasi *I-zun Dial* untuk keperluan penentuan deklinasi Matahari. Dengan demikian, penelitian ini berbeda dari penelitian-penelitian yang lain.

⁶ Ahmad Asrof Fitri. "Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal". *Skripsi S1 Fakultas Syariah* (Semarang: UIN Walisongo, 2013), hlm.71

⁷ Nur Amri Ma'ruf tahun, "Uji Akurasi *True north* Berbagai Kompas Dengan Tongkat Istiwa", *Skripsi S1 Fakultas Syari'ah* (Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim, 2010), hlm 70.

E. Kerangka Teoritik

Setiap hari Matahari terbit di ufuk timur, lalu bergerak makin lama makin tinggi, pada tengah hari ia mencapai kedudukan tertinggi pada hari itu dan Matahari dikatakan sedang berkulminasi. Setelah tengah hari ia meneruskan perjalanannya bergerak semakin lama semakin rendah dan senja hari terbenam di ufuk barat.

Perjalanan Matahari menurut arah timur barat, bukanlah gerak hakiki melainkan disebabkan oleh rotasi bumi, dalam waktu 24 jam menurut arah barat- timur. Salah satu bidang yang tegak lurus pada poros bumi adalah khatulistiwa bumi dan jika ditarik garis khayal hingga mencapai bola langit, akan memotong bola langit pada suatu lingkaran yang dinamakan equator langit. Bertolak dari permasalahan di atas, menentukan deklinasi Matahari adalah perhitungan tentang Matahari dan equator langit bumi ini, dengan rumus.

Deklinasi Matahari dapat ditentukan salah satunya dengan menggunakan alat yang bernama *I-zun Dial*. Dalam menentukan nilai deklinasi Matahari dengan *I-zun Dial*, terlebih dahulu harus mempersiapkan beberapa data yang dibutuhkan, antara lain lintang tempat, panjang gnomon (panjang tongkat yang digunakan dalam praktik atau tongkat istiwa)⁸, panjang bayangan saat kulminasi dan arah bayangan (hanya ada dua kemungkinan, yaitu utara dan selatan).

⁸ Tongkat istiwa adalah sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar dan diletakkan pada tempat terbuka, sehingga Matahari dapat menyinarinya dengan bebas. Pada zaman dahulu tongkat ini dikenal dengan nama gnomon. Lihat Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis: Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm. 65.

Langkah-langkah untuk menentukannya adalah :⁹

1. Tentukan arah utara sejati dan letakkan angka 0 pada *I-zun Dial* berhimpit pada arah tersebut,
2. Ketika bayangan dari gnomon sudah mengarah ke utara atau selatan saat kulminasi tempat, lihatlah berapa panjang bayangannya,
3. Hitunglah nilai Jarak Zenith Matahari (ZM) dengan rumus :

$$\mathbf{\tan ZM = Panjang Bayangan / Panjang Gnomon}$$

4. Perhatikan pula ke mana arah bayangannya, apakah ke selatan atau ke utara,
5. Apabila bayangan mengarah ke utara, maka :

Nilai deklinasi adalah jarak Zenith Matahari dikurangi nilai lintang tempat, apabila arah bayangan ke utara, maka:

$$\mathbf{Deklinasi Matahari = Jarak Zenith Matahari - Lintang Tempat}$$

Namun apabila bayangan Matahari mengarah ke selatan, maka nilai deklinasi adalah jarak Zenith Matahari ditambah nilai lintang tempat.

$$\mathbf{Deklinasi Matahari = Jarak Zenith Matahari + Lintang Tempat}$$

Pada hakikatnya, data deklinasi Matahari dapat dengan mudah dilihat pada Ephemeris ataupun Almanak Nautika, keduanya merupakan data yang akurat. Almanak Nautika adalah data yang dijadikan sumber oleh Badan Hisab Rukyat Departemen Agama terutama untuk keperluan menghisab awal bulan kamariyah. Penggunaannya bukan tanpa alasan,

⁹ M. Ihtirozun Niam. Penemu *I-zun Dial*, Wawancara Pribadi, Ponpes Al Firdaus Semarang, 5 April 2016.

karena data yang dihasilkan sangat akurat, mengingat bahwa data Almanak Nautika dihasilkan oleh lembaga-lembaga Astronomi Internasional yang telah menggunakan alat optik canggih, lembaga tersebut diantaranya *Her Majesty's Nautical Almanac Office*, *Royal Naval Observatory* dan *United State Naval Observatory*, keduanya merupakan lembaga-lembaga bertaraf Internasional yang sudah tersertifikasi dan sangat ahli dalam Bidang Astronomi. Selain itu Almanak Nautika juga telah terbukti akurat untuk membantu pelaut dalam hal Navigasi, terutama ketika di laut yang jauh dari daratan. Dengan demikian maka penentuan tempat kedudukan kapal hanya dapat diketahui dengan mengukur tingginya benda angkasa yang terlihat.¹⁰

Tidak jauh berbeda dengan Almanak Nautika, Ephemeris juga tak kalah akurat. Berlatar belakang dari penelitian yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat dengan menggunakan sistem pemosisi global yang mengacu pada NAVSTAR *Global Positioning System* (GPS) pada satelit yang mengorbit pada bumi. Sistem yang digunakan, menggunakan sejumlah satelit yang berada di orbit bumi yang memancarkan sinyalnya ke bumi dan ditangkap oleh sebuah alat penerima, didalamnya terdapat tiga bagian inti yaitu bagian kontrol, bagian angkasa dan bagian pengguna. Sinyal-sinyal dari satelit diterima oleh bagian

¹⁰ Imas Musfiroh, "Hisab Awal Bulan Kamariyah (Studi Komparasi Sistem Hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus)" *Tesis Pascasarjana Magister Ilmu Falak* (Semarang : IAIN Walisongo, 2014), hlm 54-55.

kontrol, dikoreksi dan dikirimkan kembali ke satelit. Koreksi data yang tepat dari satelit kemudian disebut dengan data Ephemeris.¹¹

Tingkat akurasi data Almanak Nautika dan Ephemeris yang cukup tinggi inilah yang kemudian akan penulis pergunakan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan oleh *I-zun Dial* untuk menentukan deklinasi Matahari menggunakan metode komparasi data.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif¹² dengan kajian penelitian lapangan (*field research*) menggunakan metode eksperimen. Penelitian kualitatif yaitu penelitian yang menggunakan latar alamiah, dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi dan dilakukan dengan jalan melibatkan berbagai metode yang ada.¹³ Dalam penelitian ini, latar alamiah yang dimaksud adalah deklinasi Matahari. Penulis mengkaji alat *I-zun Dial* untuk diuji sejauh mana akurasi alat tersebut untuk menentukan deklinasi Matahari. Hal ini disebabkan karena deklinasi Matahari berfungsi diantaranya untuk menentukan awal bulan Qamariyah, awal waktu sholat dan arah kiblat menggunakan azimuth Matahari.

¹¹ https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_Pemosisi_Global, diakses pada 3 November 2016 pukul 21.16.

¹² Penelitian Kualitatif adalah penelitian yang menekankan pada *quality* atau hal terpenting dari sifat suatu barang/jasa. Lihat Djam'an Satori dan Aan Komariah, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2014), hlm. 22.

¹³ Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2004), hlm. 5.

Penulis menggunakan metode eksperimen untuk menguji akurasi deklinasi Matahari oleh *I-zun Dial* secara langsung untuk menilai tingkat akurasi dari hasil data yang dihasilkan, penulis menggunakan metode komparasi atau perbandingan, yaitu dibandingkan dengan hasil data yang terdapat pada Almanak Nautika dan Ephemeris.

2. Sumber Data

a. Data Primer

Dalam penelitian ini data primer diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan dengan menggunakan instrument *I-zun Dial*. Penulis menggunakan *I-zun Dial* ini sebagai alat observasi untuk menghasilkan data-data yang dibutuhkan, seperti data panjang bayangan gnomon saat kulminasi, data arah utara sejati untuk menunjukkan ke arah mana bayangan gnomon untuk kemudian diaplikasikan kedalam rumus menentukan zenith matahari. Dari data-data tadi akan ditemukan data nilai deklinasi Matahari yang dikehedaki.

b. Data Sekunder

Adapun data diperoleh dari buku-buku yang membahas tentang deklinasi Matahari serta buku-buku yang membahas tentang falak dan astronomi seperti buku karya Ahmad Izzuddin "Ilmu Falak Praktis" (Metode Hisab Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya), Ilmu Falak I karya Slamet Hambali dan yang lainnya.

c. Teknik Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi, interview dan metode observasi.

1) Metode Dokumentasi

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, seperti teori tentang Matahari, sistem tata koordinat, teori tentang deklinasi, dan tentang pergerakan Matahari (kulminasi, busur siang) maka teknik pengumpulan data yang diperoleh penulis adalah dengan menelaah dan mengkaji sumber dokumentasi, berupa buku-buku yang menjelaskan tentang astronomi, Matahari, deklinasi, falak, ensiklopedi, dan sumber yang lain berkenaan dengan permasalahan yang akan diteliti.

2) Interview (Wawancara)

Wawancara atau interview merupakan pengumpulan informasi tentang penelitian. Dalam wawancara ini yang menjadi informan adalah M. Ihtirozun Niam selaku pembuat *I-zun Dial*. Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara terstruktur, yakni wawancara yang pertanyaannya disusun lebih dahulu sebelum ditanyakan kepada informan. Teknik ini digunakan untuk mengetahui konsep *I-zun Dial* meliputi konsep strukutralnya dan pengoperasiannya untuk menentukan deklinasi Matahari (metode serta seluk beluk penggunaannya) dan untuk mengetahui biografi penemunya, yaitu M. Ihtirozun Niam.

3) Observasi

Penulis juga melakukan *Observasi* (Praktik) pengaplikasian alat. Cara ini dipilih untuk memperoleh suatu data lapangan dengan cara mengaplikasikan alat agar dapat mengetahui bagaimana metode penggunaan *I-zun Dial* untuk menentukan nilai deklinasi Matahari serta untuk menemukan data-data syarat seperti panjang bayangan gnomon dan zenith matahari untuk kemudian dihasilkan data nilai deklinasi Matahari yang selanjutnya akan diuji dengan cara komparasi. Pengamatan langsung akan dilaksanakan di tempat penelitian yang berbeda, dengan waktu berbeda dan pengamat yang berbeda pula.¹⁴

d. Teknik Analisis Data

Setelah semua data yang diperlukan dalam penelitian ini terkumpul, selanjutnya data-data tersebut dipelajari dan dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif adalah untuk memaparkan metode yang digunakan oleh M. Ihtirozun Ni'am dalam penentuan deklinasi Matahari menggunakan *I-zun Dial*, juga digunakan secara berimbang dengan melihat kelebihan dan kekurangan objek yang diteliti. Sedangkan untuk mengetahui keakursiannya, penulis akan mengkomparasikan hasil metode penentuan deklinasi Matahari dengan Almanak Nautika dan Ephemeris.

Proses analisis data dimulai dengan pengumpulan buku-buku atau data-data yang berkaitan dengan deklinasi Matahari untuk kemudian

¹⁴ Teknik sampel daerah yang digunakan untuk menentukan sampel bila obyek yang akan diteliti sangat luas. Lihat Sugiyono, *Metode penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2012, cet. 10, hlm. 121.

diolah, sehingga menghasilkan data baru. Pertama kali penulis mencari tahu metode penggunaan *I-zun Dial* untuk menentukan deklinasi Matahari. Selanjutnya penulis menganalisis metode penentuan deklinasi Matahari yang digunakan oleh M. Ihtirozun Ni'am.

Untuk tahapan akhir, akan dilakukan evaluasi terhadap metode penggunaan *I-zun Dial* untuk menentukan deklinasi Matahari menggunakan analisis, dan data deklinasi Matahari yang dihasilkan oleh *I-zun Dial* akan dikomparasikan dengan data yang ada di Almanak Nautika dan Ephemeris. Pemilihan Almanak Nautika dan Ephemeris ini karena data-data yang ada di dalamnya dinilai sudah mendekati tingkat akurasi tinggi karena sudah menggunakan peralatan yang canggih. Komparasi ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi *I-zun Dial* dalam penentuan deklinasi Matahari.

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan penelitian ini dibagi dalam 5 (lima) bab. Dalam setiap bab terdiri dari sub-sub pembahasan. Sistematika penulisan penelitian ini sebagai berikut:

Bab Pertama berisi pendahuluan. Bab ini meliputi latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, telaah pustaka, kerangka teoritik, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab Kedua berisi pembahasan umum tentang topik atau pokok pembahasan, meliputi teori-teori yang berhubungan dengan judul penelitian yaitu mengenai Matahari, pengertian deklinasi Matahari, manfaat deklinasi

Matahari, sistem tata koordinat dan metode penentuan deklinasi menggunakan *Theodolite*.

Bab ketiga merupakan pembahasan tentang *I-zun Dial*. Bab ini berisi penjelasan tentang deskripsi *I-zun Dial*, jenis *I-zun Dial*, komponen *I-zun Dial*, konsep umum *I-zun Dial* karya M. Ihtirozun Ni'am dan metode penentuan deklinasi Matahari menggunakan *I-zun Dial*.

Bab Keempat berisi uji akurasi formula. Dalam bab ini penulis menganalisis hasil penelitian dengan menggunakan metodologi yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya yaitu dengan melakukan analisis deskriptif tentang prinsip penentuan deklinasi Matahari dengan menggunakan *I-zun Dial* dan juga analisis komparatif untuk mengukur tingkat akurasinya dan presisi serta memaparkan kelebihan dan kekurangan penentuan deklinasi Matahari dengan *I-zun Dial*.

Bab kelima berisi penutup. Pada bagian ini memuat kesimpulan, dan saran-saran terkait dengan hasil penelitian penulis berupa formula penentuan deklinasi Matahari menggunakan *I-zun Dial* yang ideal dan akurat serta penutup.



BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Jika mengacu pada beberapa pembahasan dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Metode penentuan nilai deklinasi Matahari menggunakan *I-zun Dial* merupakan metode praktis untuk :
 - a. Menentukan waktu kulminasi tempat
 - b. Menentukan arah utara sejati
 - c. Menghitung nilai jarak zenith Matahari, dan yang terakhir
 - d. Menghitung nilai deklinasi Matahari.

Deklinasi Matahari dalam konsep *I-zun Dial*, didalamnya ditambahkan suatu ketentuan yang belum terungkap dalam kajian-kajian sejenis sebelumnya, atau dikategorikan merupakan ketentuan baru. Sedangkan untuk penggunaan *I-zun Dial* perlu adanya ketelitian bagi pengamat mengingat *I-zun Dial* termasuk instrumen falak non optik dan manual yang penggunaannya tidak terlepas dari kesalahan manusia (*human error*) dalam beberapa hal terkait seperti: waktu standar, kedataran tempat, tempat yang terjangkau Matahari, pembidikan panjang bayangan, dan pengaturan pemusatan titik koordinat tempat.

2. Akurasi metode penentuan nilai deklinasi Matahari menggunakan *I-zun Dial* dikategorikan akurat, karena jika data nilai deklinasi Matahari yang ditampilkan *I-zun Dial* dibandingkan dengan data Almanak Nautika dan Ephemeris, setelah melalui proses pengujian menunjukkan selisih yang hanya berbeda pada nilai menitnya saja, dibuktikan dengan kesepuluh uji coba, semuanya menunjukkan selisih menit dengan minimal pada angka 2 menit hingga paling besar di angka 39 menit.

B. Saran

Beberapa poin yang bisa dijadikan masukan, diantaranya :

1. Metode penentuan nilai deklinasi Matahari dengan *I-zun Dial* merupakan metode baru / kontemporer yang sangat praktis. Deklinasi Matahari berfungsi untuk menentukan beberapa hal, seperti waktu shalat, titik koordinat tempat dan lainnya. Namun dengan benar-benar memperhatikan kondisi lingkungan sekitar dan validitas data yang dibutuhkan oleh *I-zun Dial*, alat ini cukup akurat dan dapat digunakan sebagai jalan alternatif menentukan nilai deklinasi Matahari yang cukup akurat.
2. *I-zun Dial* merupakan alat yang sangat multi-fungsi namun praktis dan ringan. Alat ini mempunyai peluang yang cukup besar untuk digunakan oleh banyak kalangan, sehingga diharapkan alat ini harus selalu memantapkan diri dan dikembangkan menjadi lebih baik lagi, semisal dari hal komponen bahan, bahan yang di pilih hendaknya adalah bahan akrilik yang lebih tebal dan tidak mudah membengkok serta mempunyai stiker

satuan ukuran yang tidak mudah pudar sehingga proses pembidikan bayangan Matahari dapat lebih mudah.

3. Pada rumus nilai deklinasi Matahari jika arah bayangan ke utara, rumus yang digunakan sebaiknya adalah tempat dikurangi zenith Matahari, ini akan menghasilkan data yang lebih baik dan ukuran plus minus yang lebih tepat.
4. Instansi terkait seperti Kemenag, perguruan tinggi dan institusi astronomi lokal perlu untuk memberikan *support* lebih mendalam terutama dalam hal sosialisasi ke khalayak umum mengingat alat ini merupakan karya anak bangsa yang membanggakan. Dukungan sosial media juga sangat memfasilitasi agar alat ini dapat berkembang lebih cepat dan mendunia.

C. Penutup

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah swt yang telah memberikan karunia-Nya serta shalawat dan shalawat serta salam kepada baginda Nabi Agung Muhammad saw yang melantun indah dalam menemani dan memberi semangat dan energi positif sehingga mendukung skripsi ini dapat diselesaikan dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Penulis telah berusaha semaksimal mungkin sekalipun menyadari bahwa tentunya skripsi ini tidak luput dari kekurangan, kesalahan, dan kelemahan yang secara sengaja maupun tidak sengaja. Hanya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan bisa menjadi pembelajaran bagi sesama. Besar harapan agar penelitian terkait hal ini tidak berhenti sampai disini dan dapat terus bisa berkembang untuk bersama memajukan khazanah keilmuan seiring kerasnya

tantangan hidup di masa mendatang dan gencarnya perputaran roda globalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachim. 1983. *Ilmu Falak*. Yogyakarta : Liberty.
- Al-Barry, M. Dahlan Y. dan L. Lya Sofyan Yacob. 2003. *Kamus Istilah Popular*. Surabaya: Target Press.
- Almanak Nautika 2016 terbitan Navsoft format pdf
- Azhari, Susiknan. 2007. *Hisab dan Rukyat*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Azhari, Susiknan. 2008. *Ensiklopedi Hisab Rukyah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Brinker, Russel C. dkk. 1997. *Dasar –Dasar Pengukuran Tanah (Surveying) cet II* . Semarang: Gelora Aksara Pratama.
- Departemen Agama Republik Indonesia. 1995, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*
Semarang : Karya Toha Putra
- Fitri, Ahmad Asrof . 2013. “*Akurasi Teleskop Vixen Sphinx untuk Rukyat Hilal*”.
Skripsi SI Fakultas Syariah .Semarang: UIN Walisongo.
- Halim, Salim Abdul (et.al). 2015. *Ensiklopedia Sains Islami, Fisika* . Tangerang :
Kamil Pustaka.
- Hambali, Slamet. 2012. *Pengantar Ilmu Falak*. Yogyakarta: Bismillah
Publisher.
- Hamka. 1982. *Tafsir Al Azhar Juz XXX*, Jakarta : Pustaka Panjimas.
- Izzuddin, Ahmad. 2012. *Ilmu Falak Praktis: Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*. Semarang : Pustaka Rizki Putra.
- Jamil, A.. 2011. *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, Jakarta : Amzah.
- Jasin, Maskoeri, *Ilmu Alamiah Dasar* cet 9.1999. Jakarta : Raja Grafindo Dasar.

- Khafid, Ing. Tt. *Terjemahan Astronomical Algorithms Jean Meeus : Modul kuliah Astronomi Pascasarjana*.
- Khafid, Ing. 2013. *Telaah Pedoman Baku Hisab Jadwal Shalat*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial.
- Khazin, Muhyiddin. 2005. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Lakitan, Benyamin. 1997. *Dasar-dasar Klimatologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Ma'ruf, Nur Amri tahun. 2010. "Uji Akurasi True north Berbagai Kompas Dengan Tongkat Istiwa", Skripsi S1 Fakultas Syari'ah . Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Mawardi dan Nur Hidayati. 2000. *Ilmu Alamiah Dasar, Ilmu Sosial Dasar, Ilmu Budaya Dasar*. Bandung : Pustaka Setia.
- Meydiananda, Alvian. 2012 "Uji Akurasi Azimuth Bulan Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat" Skripsi S1 Fakultas Syariah. Semarang : UIN Walisongo.
- Moleong, Lexy J. 2004. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mudabarah Al-I'tidaalain
- Muhlas, Ade. 2012. "Analisis Penentuan Arah Kiblat Dengan Mizwala Qibla Finder Karya Hendro Setyanto", *Skripsi S1 Fakultas Syari'ah*. Semarang : UIN Walisongo.

- Musfiroh, Imas. 2014. "Hisab Awal Bulan Kamariyah (Studi Komparasi Sistem Hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus)" *Tesis Pascasarjana Magister Ilmu Falak*. Semarang : IAIN Walisongo.
- Ni'am, M. Ihtirozun. 2015. *Menentukan Nilai Deklinasi Matahari Dengan Theodolit pdf*. Semarang : tidak diterbitkan.
- Ni'am, M. Ihtirozun. 2015. *Pemanfaatan I-zun Dial dalam Kajian Ilmu Falak*, Makalah Disampaikan dalam Acara Diskusi Ilmiah, *Menyambut Istiwa'ul A'dham dan Launching I-zun Dial 2015*. Di Masjid Al Fitroh Kampus 2 UIN Walisongo Semarang.
- Purwanto, Agus. 2008. *Ayat-Ayat Semesta; Sisi-Sisi Al-Qur'an yang Terlupakan*, Bandung : Mizan Media.
- Purwanto, Agus. 2008. *Ayat-Ayat Semesta; Sisi-Sisi Al-Qur'an yang Terlupakan*. Bandung : Mizan Media.
- Rini, Ayu. 2008. *Ensiklopedi Fenomena Alam*, Yogyakarta : Pinus.
- Satori, Djam'an dan Aan Komariah. 2014. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta.
- Shadily, Hassan (et.al). 1980. *Ensiklopedi Indonesia vol 6*. Jakarta : Ichtiar Baru - Van Hoeve.
- Sugiyono. 2012. *Metode penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta.
- Yahya, Harun. 2007. *Chain of Miracle atau Rantai Keajaiban*, terjemahan Halfino Berry. Bandung: Dzikra.

Internet

<http://my-dock.blogspot.com/#ixzz4LbBy8JeQ/>

<http://wikipedia.co.id/>

<http://kbbi.web.id/>

Wawancara

M. Ihtirozun Niam. Penemu *I-zun Dial*, Wawancara Pribadi, Ponpes Al Firdaus
Semarang.

Software

Aplikasi Winhisab 2016.

LAMPIRAN

A. Perhitungan 12 September 2016

12 September 2016

1. $h = -18^\circ$
2. $e = 00^\circ 03' 54''$
3. $MP = 12 - (00 03 54'')$
 $= 11^\circ 56' 6''$
4. $Kwd = (109^\circ 40' 19,93'' - 105^\circ / 15 \times 1m)$
 $= 00^\circ 18' 41,33''$

Versi Izun Dial	Versi Almanac Nautica	Versi Ephemeris
1. $\delta = 3^\circ 15' 0,43''$	1) $\delta = 3^\circ 54,1''$	1) $\delta = 3^\circ 54' 08''$
2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan -3^\circ 15' 0,43'' + [\sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 3^\circ 15' 0,43'')]]$ $= -0,31864647$	2) $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan -3^\circ 54,1'' + [\sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 3^\circ 54,1')]$ $= -0,320249824$	2) $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan -3^\circ 54' 08'' + [\sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 3^\circ 54' 08'')]]$ $= -0,32025121$
$t = 108,5810889$	$t = 108,6780339$	$t = 108,6781177$
$t = 108,5810889 / 15$ $= 07^\circ 14' 19,46''$	$t = 108^\circ 40' 40,9'' / 15$ $= 07^\circ 14' 42,73''$	$t = 108^\circ 40' 41,2'' / 15$ $= 07^\circ 14' 42,75''$
3. $MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 56' 6''$ $07^\circ 14' 19,46'' +$ $19^\circ 10' 25,46''$ $00^\circ 18' 41,33'' -$ $18^\circ 51' 44,13''$ $\underline{1^\circ 15,87'' +}$ $18^\circ 53''$	3) $MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 56' 6''$ $07^\circ 14' 42,73'' +$ $19^\circ 10' 48,73''$ $00^\circ 18' 41,33'' -$ $18^\circ 52' 7,4''$ $\underline{1^\circ 52,6'' +}$ $18^\circ 54''$	3) $MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 56' 6''$ $07^\circ 14' 42,75'' +$ $19^\circ 10' 48,75''$ $00^\circ 18' 41,33'' -$ $18^\circ 52' 7,42''$ $\underline{1^\circ 52,58'' +}$ $18^\circ 54''$

B. Perhitungan 21 September 2016

21 September 2016

1. $h = -18^\circ$
2. $e = 00^\circ 07' 07''$
3. $MP = 12 - (00^\circ 07' 07'')$
4. $Kwd = (109^\circ 40' 19,03'' - 105^\circ 15' 15,1'')$

Versi Izun Dial		Versi Almanac Nautica		Versi Ephemeris	
1. $\delta = 00^\circ 13' 25,54''$	1. $\delta = 0^\circ 25,6'$	1. $\delta = 0^\circ 25,6'$	1. $\delta = 0^\circ 25,39''$	1. $\delta = 0^\circ 25,39''$	
2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan - (00^\circ 13' 25,54'' + \sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 00^\circ))$	2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan - (0^\circ 25,6' + \sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 0^\circ 25,6'))$	2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan - (0^\circ 25,6' + \sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 0^\circ 25,6'))$	2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan - (25' 39'' + \sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 0^\circ 25' 39''))$	2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan - (25' 39'' + \sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 0^\circ 25' 39''))$	
$= -0,311747141$	$= -0,312182029$	$= -0,312182029$	$= -0,312183823$	$= -0,312183823$	
$= 108,1645529$	$= 108,190779$	$= 108,190779$	$= 108,1908872$	$= 108,1908872$	
$= 108^\circ 9' 52,39'' / 15$	$= 108^\circ 11' 26,8'' / 15$	$= 108^\circ 11' 26,8'' / 15$	$= 108^\circ 11' 27,1'' / 15$	$= 108^\circ 11' 27,1'' / 15$	
$= 7^\circ 12' 39,49''$	$= 7^\circ 12' 45,79''$	$= 7^\circ 12' 45,79''$	$= 7^\circ 12' 45,81''$	$= 7^\circ 12' 45,81''$	
3. $MP + t = Kwd + i$	3. $MP + t = Kwd + i$	3. $MP + t = Kwd + i$	3. $MP + t = Kwd + i$	3. $MP + t = Kwd + i$	
$11^\circ 52' 53''$	$11^\circ 52' 53''$	$11^\circ 52' 53''$	$11^\circ 52' 53''$	$11^\circ 52' 53''$	
$7^\circ 12' 39,49'' +$	$7^\circ 12' 45,79'' +$	$7^\circ 12' 45,79'' +$	$7^\circ 12' 45,79'' +$	$7^\circ 12' 45,79'' +$	
$19^\circ 5' 32,49''$	$19^\circ 5' 38,79''$	$19^\circ 5' 38,79''$	$19^\circ 5' 38,81''$	$19^\circ 5' 38,81''$	
$00^\circ 18' 41,33''$	$00^\circ 18' 41,33''$	$00^\circ 18' 41,33''$	$00^\circ 18' 41,33''$	$00^\circ 18' 41,33''$	
$18^\circ 46' 51,16''$	$18^\circ 46' 57,46''$	$18^\circ 46' 57,46''$	$18^\circ 46' 57,48''$	$18^\circ 46' 57,48''$	
$00^\circ 1' 8,81''$	$00^\circ 1' 02,54'' +$	$00^\circ 1' 02,54'' +$	$00^\circ 1' 02,52'' +$	$00^\circ 1' 02,52'' +$	
$18^\circ 48'$	$18^\circ 48'$	$18^\circ 48'$	$18^\circ 48'$	$18^\circ 48'$	

C. Perhitungan 27 September 2016

27 September 2016

1. $h = -18^\circ$
2. $e = 00^\circ 09' 11''$
3. $MP = 12 (00^\circ 09' 11'')$
4. $Kwd = (109^\circ 40' 19,93'' - 105^\circ / 15 \times 1m)$
 $= 00^\circ 18' 41,33''$

Versi Izun Dial	Versi Almanac Nautica	Versi Ephemeris
1. $\delta = 2^\circ 4' 24,48''$	1. $\delta = -1^\circ 54'$	1. $\delta = -1^\circ 54' 30''$
2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan -2^\circ 4' 24,48'' + [\sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 2^\circ 4' 24,48'')] \times -0,315857921$ $= 108,4126135$ $= 108^\circ 24' 45,47'' / 15$ $= 7^\circ 13' 39,03''$	2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan -1^\circ 54' 30'' + [\sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 1^\circ 54' 30'')] \times -0,315477468$ $= 108,3896406$ $= 108^\circ 23' 22,7'' / 15$ $= 7^\circ 13' 33,51''$	2. $\text{Cos } t = -\tan -6^\circ 54' 3,65'' \times \tan -1^\circ 54' 30'' + [\sin -18^\circ / (\cos 6^\circ 54' 3,65'' \times \cos 1^\circ 54' 30'')] \times -0,315477468$ $= 108,3896406$ $= 108^\circ 23' 22,7'' / 15$ $= 7^\circ 13' 33,51''$
3. $MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 50' 49''$ $7^\circ 13' 39,03''$ $19^\circ 4' 28,03''$ $00^\circ 18' 41,33''$ $18^\circ 45' 46,7''$ $00^\circ 1' 13,3''$ $18^\circ 47''$	3. $MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 50' 49''$ $7^\circ 13' 33,24''$ $19^\circ 4' 22,24''$ $00^\circ 18' 41,33''$ $18^\circ 45' 40,91''$ $00^\circ 1' 19,02''$ $18^\circ 47''$	3. $MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 50' 49''$ $7^\circ 13' 33,51''$ $19^\circ 4' 22,51''$ $00^\circ 18' 41,33''$ $18^\circ 45' 41,18''$ $00^\circ 1' 18,82''$ $18^\circ 47''$

D. Perhitungan 5 Oktober 2016

- 5 Oktober 2016**
1. $h = -18^\circ$
 2. $e = 00^\circ 11' 44''$
 3. $MP = 12 \cdot (00^\circ 11' 44'')$
 $= 11^\circ 48' 16''$
 4. $Kwd = (110^\circ 21' 10,31'' - 105^\circ / 15 \times 1m)$
 $= 00^\circ 21' 24,69''$

	Versi Izun Dial	Versi Almanac Nautica	Versi Ephemeris
1.	$\delta = -4^\circ 46' 37,59''$	1) $\delta = -5^\circ 00,4'$	1. $\delta = -5^\circ 00' 20''$
2.	$\text{Cost} = -\tan -6^\circ 59' 44,35'' \times \tan -$ $4^\circ 46' 37,59'' \cdot [\sin -18^\circ /$ $(\cos 6^\circ 59' 44,35'' \times \cos 4^\circ$ $46' 37,59'')]$ $= -0,322674709$ $= 108,3247574$ $= 108^\circ 49' 29,17' / 15$ $= 7^\circ 15' 17,94''$	$2) \text{Cost} = -\tan -6^\circ 59' 44,35'' \times \tan -$ $5^\circ 00,4' + [\sin -18^\circ / (\cos$ $6^\circ 59' 44,35'' \times 5^\circ 00,4')]$ $= -0,32277096$ $= 108,861226$ $= 108^\circ 51' 40,47' / 15$ $= 7^\circ 15' 26,69''$	$2. \text{Cost} = -\tan -6^\circ 59' 44,35'' \times \tan -$ $5^\circ 00' 20'' + [\sin -18^\circ / (\cos$ $6^\circ 59' 44,35'' \times 5^\circ 00' 20'')]$ $= -0,32277167$ $= 108,8610487$ $= 108^\circ 51' 39,77' / 15$ $= 7^\circ 15' 26,65''$
3.	$MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 48' 16''$ $7^\circ 15' 17,94'' +$ $19^\circ 3' 33,94''$ $00^\circ 21' 24,69''$ $18^\circ 42' 9,25''$ $00^\circ 1' 50,75'' -$ $18^\circ 44'$	$3) MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 48' 16''$ $7^\circ 15' 26,69'' +$ $19^\circ 3' 42,69''$ $00^\circ 21' 24,69'' -$ $18^\circ 42' 18''$ $00^\circ 1' 42'' +$ $18^\circ 44'$	$3. MP + t - Kwd + i$ $11^\circ 48' 16''$ $7^\circ 15' 26,65'' +$ $19^\circ 3' 42,65''$ $00^\circ 21' 24,69'' -$ $18^\circ 42' 17,96''$ $00^\circ 1' 42,04'' +$ $18^\circ 44'$

E. Perhitungan 16 Oktober 2016

- 16 Oktober 2016
1. h = -18°
 2. e = 00° 14' 33"
 3. MP = 12° (00° 14' 33")
 4. Kwd = 11° 45' 27"
- 109° 40' 19,93" = 105° / 15x(lm)
- 00° 18' 41,33"

	Versi Izun Dial	Versi Almanac Nautica	Versi Ephemeris
1.	$\delta = -9^{\circ} 15' 10,4''$	$\delta = -9^{\circ} 08,6''$	$\delta = -9^{\circ} 08' 36''$
2.	$\text{Cost} = -\tan -6^{\circ} 54' 3,65'' \times \tan -9^{\circ} 15' 10,4'' + [\sin -18^{\circ} / (\cos 6^{\circ})]$ $54' 3,65'' \times \cos 9^{\circ} 15' 10,4''$ $= -0,335093135$ $= 109,5782015$ $= 109^{\circ} 34' 41,5'' / 15$ $= 7^{\circ} 18' 18,7''$	$\text{Cost} = -\tan -6^{\circ} 54' 3,65'' \times \tan -9^{\circ} 08,6'' + [\sin -18^{\circ} / (\cos 6^{\circ})]$ $54' 3,65'' \times \cos 9^{\circ} 08' 36''$ $= -0,334758007$ $= 109,5578232$ $= 109^{\circ} 33' 28,1'' / 15$ $= 7^{\circ} 18' 13,88''$	$\text{Cost} = -\tan -6^{\circ} 54' 3,65'' \times \tan -9^{\circ} 08' 36'' + [\sin -18^{\circ} / (\cos 6^{\circ})]$ $54' 3,65'' \times \cos 9^{\circ} 08' 36''$ $= -0,334758007$ $= 109,5578232$ $= 109^{\circ} 33' 28,1'' / 15$ $= 7^{\circ} 18' 13,88''$
3.	$\text{MP} + t = \text{Kwd} + i$ $11^{\circ} 45' 27''$ $\frac{7^{\circ} 18' 18,7'' + 19^{\circ} 3' 45,77''}{00^{\circ} 18' 41,33''}$ $18^{\circ} 45' 4,44''$ $00^{\circ} 1^{\circ} 55,56'' + 18^{\circ} 47'$	$\text{MP} + t = \text{Kwd} + i$ $11^{\circ} 45' 27''$ $\frac{7^{\circ} 18' 13,88'' + 19^{\circ} 3' 40,88''}{00^{\circ} 18' 41,33''}$ $18^{\circ} 44' 59,55''$ $00^{\circ} 1^{\circ} 0,45'' + 18^{\circ} 46'$	$\text{MP} + t = \text{Kwd} + i$ $11^{\circ} 45' 27''$ $\frac{7^{\circ} 18' 13,88'' + 19^{\circ} 3' 40,88''}{00^{\circ} 18' 41,33''}$ $18^{\circ} 44' 59,55''$ $00^{\circ} 1^{\circ} 0,45'' + 18^{\circ} 46'$